科學講堂
逢星期三見報

行星恒星「拔河」微振 後者變暗證前者存在

尋系外行星 測細微振動

上次提及，天文學家早已掌握了一些尋找太陽系外行星的方法了。需知道行星本身並不發光，而這些太陽系外的行星又跟我們距離這麼遠，要尋找它們，絕非易事。那麼天文學家又是如何做到的？今天就來為大家介紹兩種最常用的方法。這兩個方法聽起來好像不太複雜，然而要偵測到太陽系外行星的存在，需要的準確度卻是很驚人。

「如分辨500公里外智能手機厚度」

談起太陽系，我們腦海中常常會浮現這樣的一幅卡通圖像：太陽像個老翁般靜止不動地坐在中間，其他的行星就以它為中心繞着轉。這其實是不正確的，因為太陽並非完全靜止不動。

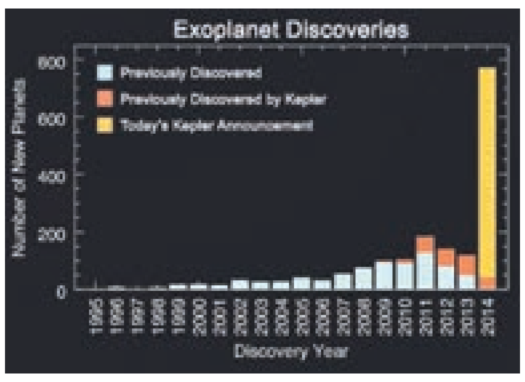
牛頓的第三運動定律早已告訴了我們，力是雙向的：當行星受到來自中心恒星的萬有引力牽引而繞着它轉的同時，行星也會用相同的力「反擊」，把中心恒星拉得繞圈轉。

當然，很多時候位於中心的恒星比它周圍的行星重很多（以我們太陽系中最重的行星──木星為例，它的質量還不足太陽的千分之一），因而當行星以相同的力度去拉動中間的那顆巨人恒星時，巨人恒星很多時候就真的好像不倒翁一樣，只是在原地附近小小的繞動。

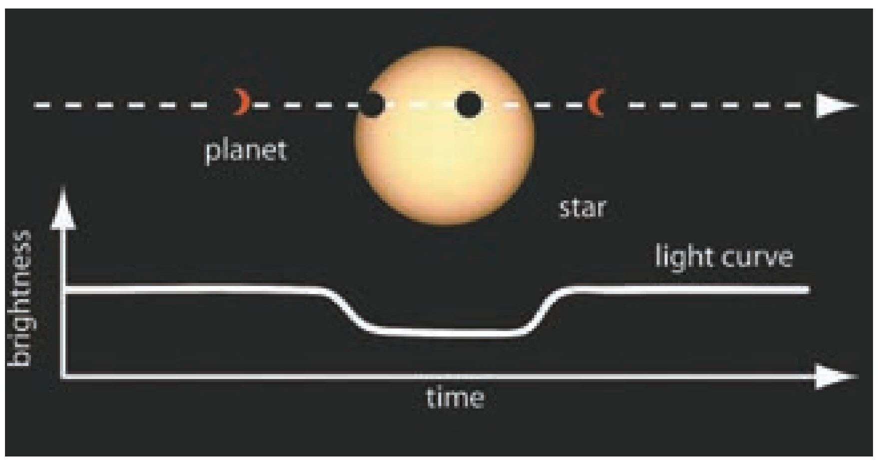
在只有兩件物體互相以萬有引力牽引的情況下，物體的質量和它軌跡的大小成反比，因此太陽晃動的幅度只會約是木星軌跡大小的千分之一。

這個晃動的半徑看起來好像很大──大約700,000公里，正好跟太陽自己的半徑差不多，但別忘了我們會在很遙遠的距離之外去觀測太陽的這個晃動。

南門二（Alpha Centauri）距離我們約4.4光年，是跟太陽最接近的恒星系。從南門二觀測太陽的這個晃動，就恍如要分辨500公里外一個智能手機的厚度，絕非易事。然而，天文學家就是靠着偵測這些微細的「振動」去尋找其他圍繞恒星運轉的行星。



■過往每年發現的太陽系外行星數目。 網上圖片



■（左圖）2012年「金星凌日」天文現象。圖中黑點為在太陽面前掠過的金星。（右圖）當行星在恒星前經過時，恒星就會略為變暗了。 網上圖片

「金星凌日」「木星凌日」令太陽變暗

大家還記得2012年的「金星凌日」嗎？那就是金星在太陽表面掠過的天文現象，而這也為天文學家提供了另一個方法去偵測其他系外行星。

當行星在我們和恒星之間經過時，會擋去恒星的部分光芒。行星本身並不發光，不一定能被我們直接看到；它在恒星表面留下的陰影可能也是太小了。

不過，從我們的角度，就會量度到恒星變暗了；由於行星是周期性地繞着恒星轉，我們還可能發現恒星是有規律地變暗，從而判斷行星的存在。

倘若木星在太陽面前經過，太陽會因此變得有多暗？簡單而言，恒星的亮度跟它的面積成正比；木星的半徑大約是太陽的十分之一，因此「木星凌日」（當然我們不可能用肉眼看到）只會令太陽的光度減低百分之一，但如此細微（甚或更細微）的波動已足夠令天文學家推斷部分行星的存在了。

小結

科學研究並不是集郵：生物學家不會滿足於只是詳細地記錄各種生物的特徵，天文學家也不是漫無目的地記下各樣星體的大小形狀。

各種星體的記錄，其實為其他課題提供了寶貴的數據，例如：星系是如何形成的？生命是在什麼樣的環境下誕生的？為了準確量度，天文學家還開發了各樣精密的儀器和方法，大大推動了科技的發展呢。 ■張文彥博士

作者簡介：香港大學土木及結構工程學士，在加拿大修讀理論粒子物理。現於香港大學理學院任職講師，教授基礎科學及通識課程，不時參與科學普及與知識交流活動。

奧數揭秘
逢星期三見報

分數巧算考你理解力

小學時遇上分數加減，多少會覺得要通分母是有點麻煩，遇上許多個分母不相同的分數加起來，會覺得很複雜。

奧數中有些特殊形式的分數加起來，會有較快的做法，而學習過程當中，不同學生會呈現出不同程度的理解力。

這次我們嘗試通過一道分數巧算的題目，談談學習數學時的理解和應用的問題。

問題一

計算 $\frac{1}{2\times3}+\frac{1}{3\times4}+\frac{1}{4\times5}+\dots+\frac{1}{9\times10}$。

答案

表面上分數各不相同，要加起來極為複雜，但通過分數變形後就可簡化。留意到 $\frac{1}{2\times3}=\frac{3-2}{2\times3}=\frac{1}{2}-\frac{1}{3}$，類似地，有 $\frac{1}{3\times4}=\frac{1}{3}-\frac{1}{4}$ 和 $\frac{1}{4\times5}=\frac{1}{4}-\frac{1}{5}$ 等等，可以得知

$$\frac{1}{2\times3}+\frac{1}{3\times4}+\frac{1}{4\times5}+\dots+\frac{1}{9\times10}=\frac{1}{2}-\frac{1}{3}+\frac{1}{3}-\frac{1}{4}+\frac{1}{4}-\frac{1}{5}+\dots+\frac{1}{9}-\frac{1}{10}$$
$$=\frac{1}{2}-\frac{1}{10}$$
$$=\frac{2}{5}$$

注意到過程中，分數變形起了重要的作用，變形後大幅化簡了運算。

這道問題說穿了方法，也不太複雜的，不過之後學生總結經驗時，就有分別了。有些人會看到既然最終都是計算到 $\frac{1}{2}-\frac{1}{10}$，那麼2就是第一項 $\frac{1}{2\times3}$ 分母左邊的2，而10就是尾項 $\frac{1}{9\times10}$ 分母右邊的10，那樣各自拿 $\frac{1}{2}$ 和 $\frac{1}{10}$ 出來相減就是。這固然也是對的，不過數字改一改就很可能會錯。

問題二

計算 $\frac{1}{4\times6}+\frac{1}{6\times8}+\frac{1}{8\times10}+\dots+\frac{1}{18\times20}$。

答案

要注意的是若是用 $\frac{1}{4}-\frac{1}{20}=\frac{1}{5}$ 是錯的。

正確的方法是要留意到 $\frac{1}{4\times6}=\frac{1}{2}\times\frac{6-4}{4\times6}=\frac{1}{2}(\frac{1}{4}-\frac{1}{6})$。類似的有 $\frac{1}{6\times8}=\frac{1}{2}(\frac{1}{6}-\frac{1}{8})$ 等等。

因此有

$$\frac{1}{4\times6}+\frac{1}{6\times8}+\frac{1}{8\times10}+\dots+\frac{1}{18\times20}=\frac{1}{2}(\frac{1}{4}-\frac{1}{6}+\frac{1}{6}-\frac{1}{8}+\dots+\frac{1}{18}-\frac{1}{20})$$
$$=\frac{1}{2}(\frac{1}{4}-\frac{1}{20})$$
$$=\frac{1}{10}$$

幫助估算 學生驚奇

添加第二題的意義，在於指出之前歸納出的經驗是有所不足，就是之前的分數變形之所以變得簡單，關鍵在於每一項能拆開，比如 $\frac{1}{2\times3}=\frac{3-2}{2\times3}=\frac{1}{2}-\frac{1}{3}$ 和 $\frac{1}{4\times6}=\frac{1}{2}\times\frac{6-4}{4\times6}=\frac{1}{2}(\frac{1}{4}-\frac{1}{6})$，而能拆開的關鍵在於分子是分母兩數的相差，若分子不是分母兩數相差，就是乘以另一個分數才可以進一步化簡，即後式中的 $\frac{1}{2}$。

學生在理解問題一時，能清晰地明白到化簡的關鍵在於分子是分母兩數相差，而能夠第一次做問題二就做對的人是很少的。因此分數巧算的題目，經常能指出學生分析重點時有所不足，也是一個鍛煉理解力的好時機。

不過看着這些巧算題目，有時可能會覺得，數字還真是特殊了點，好像很偏，長遠沒什麼大用。若是有這點懷疑也是好的。以下嘗試把技巧應用在別的問題上，看看讀者有沒有新看法。

比如嘗試估算 $M=\frac{1}{2^2}+\frac{1}{3^2}+\frac{1}{4^2}+\dots+\frac{1}{10^2}$，這道問題看起來沒什麼特別做法，加起來連大概是多少也難有概念。不過若是用上了之前巧算的結果，就有點較清晰的理解了。注意到 $\frac{1}{2\times3}<\frac{1}{2^2}<\frac{1}{1\times2}$，有如下估算的方法：

$$\frac{1}{2\times3}+\frac{1}{3\times4}+\dots+\frac{1}{10\times11}<M<\frac{1}{1\times2}+\frac{1}{2\times3}+\dots+\frac{1}{9\times10}$$
$$\frac{1}{2}-\frac{1}{11}<M<1-\frac{1}{10}$$
$$\frac{9}{22}<M<\frac{9}{10}$$

原本很特殊的巧算形式，可以通過不等式，求出類似形式的算式的估值。巧算的結果，雖然不會時刻都對分數加法有簡化的作用，但一大堆能做分數巧算簡化的算式，卻可以用來和其他類似的分數算式相比較，從而得到一定準確度的估值。

分數巧算是奧數中常見的課題，看來有時覺得太要弄技巧，但學習上，有它增長理解力的意義，在運算上，可以和其他算式作比較，有估算的作用。

另外，由於化簡的效果顯著，往往會令學生覺得驚奇，有提升興趣的效果。奧數的原意，也在於能引起學生的興趣，問題的難度和應用的廣度之間取平衡，從而得到良好的教學效果。因此分數巧算在奧數中就如此常見了。 ■張志基

科技暢想
逢星期三見報

程式設計與運算思維

數碼年代，我們使用不同的電腦系統幫助我們解決問題。「電腦科學」是一個利用電腦解決問題的學問，而「程式設計」是利用電腦語言開發解決問題的方法。電腦科學包括硬件及軟件設計、應用程式的運用，以及電腦在人類社會上的角色。

運算思維建立了不同的計算方式，包括邏輯式（if-else）、迴路（looping）等使我們可以透過這些設計解決問題的方法。而這些的計算方式衍生了設計解決問題的「人工智能」，可以透過電腦的語言編程，從而運用電腦的高速運算能力解決問題。

課程內容須連上現實問題

我們使用運算思維設計解決方案時，除了運用科學的角度分析問題之外，還需要了解用家的態度。而且，解決方案是沒有完美的，需要不斷反思設計出來的解決方案，從而優化解決方案的效能。

近年，因為數碼世界已經融入了我們的日常生活，我們必須了解電腦的運作從而可以正確地運用這個科技給我們生活的方便。有學者認為，學習程式設計可以幫助學生提升解決問題的能力，亦可以了解電腦的運作，因此編程應該要納入主流學科之中。

當我們設計編程課程的內容，須透過可以運用「基本的運算思維方式」解決的現實問題，給予學生思考解決方案，透過課堂的討論研究可行的優化方案。

評核方法亦需要設計一套基於表現和質素的評分標準，而不是單純運用傳統的打分方法評分。 ■香港新興科技教育協會 龐

氣象萬千
隔星期三見報

數字颱風信號一百年

數字颱風信號一百年？難道一百年前沒有颱風信號？不是，只是沒有用數字。那用什麼呢？以前是用風砲的，但風砲是當颱風十分接近時才會發出，所以對市民的警示作用不足夠。

到1917年，天文台開始採用數字颱風信號，讓市民有更加好的預警。一號相等於今天的戒備信號，而二三四五號就相等於今天的八號風球，六號就等於今天的九號風球，代表烈風增強，去到七號風球，相等於今天的十號風球，即是風力已是最大，達到颶風程度。

1931年首用一至十號系統

其實在過去的一百年，數字颱風信號是經歷過很多次的變更。最重要的一次是在1931年。為什麼呢？原來在1930年，遠東區的台長開了一個會議，統一了這個系統。1931年，香港正式採用由一號到十號風球這個系統。

80年前，有五號、六號、七號及八號風球，哪一個風力強勁些？他們均代表烈風，但是從4個不同方向吹來──東北、東南、西北、西南。市民可能會有誤解，譬如由八號改為六號，是否風力有所下降？其實不是，4個不同的數字，只是代表4個不同方向，即是一樣咁大風，那就很容易引起誤會。

有見及此，天文台經過一輪諮詢同研究，去到1973年，就決定採用一個今天大家好熟悉的風球制度，就是用一個數字表示4個不同的方向，即八號風球。

為什麼八號烈風訊號，要分4個方向，分得這麼仔細？因為香港的地形非常複雜，從不同方向吹來的風，影響都不同。

你可能會問，為何十號風球沒分4個方向？十號風球是颱風風眼已經非常接近香港，風力很大，達到颶風程度，因為在風眼當中，會是在無風的狀況，但很快又會從另一個方向再吹來很大的颶風，所以它不能分4個方向。

■1931年的十號風球系統，其中五六七八號只是代表了4個不同方向，容易引起誤會。 視頻截圖

《數字颱風信號百年來的演變》